

## DETEKSI PIPA BAWAH LAUT DENGAN DATA MULTIBEAM ECHOSOUNDER (Studi Kasus: Muara Bekasi)

Danar Guruh Pratomo<sup>1</sup>, Dody Pambudhi<sup>2</sup>, Khomsin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Geomatika, FTSLK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia  
e-mail: \*<sup>1</sup>guruh@geodesy.its.ac.id

### Abstrak

Pipa bawah laut merupakan instalasi yang dibangun untuk menyalurkan fluida produksi (minyak dan gas). Salah satu kegiatan perawatan pipa laut adalah inspeksi secara berkala terhadap kondisi pipa laut tersebut. Kegiatan inspeksi pipa di dasar laut dilakukan untuk mengendalikan resiko yang dapat terjadi pada pipa tersebut. Kegiatan ini memerlukan informasi yang teliti mengenai kondisi, posisi, dan keadaan sekitar pipa. Pada penelitian ini kegiatan inspeksi dilakukan dengan melakukan pendeteksian keberadaan pipa bawah laut berdasarkan data multibeam echosounder dengan menggunakan perangkat lunak EIVA NaviSuite. Data multibeam yang digunakan merupakan data hasil survei bathimetri di sekitar Muara Bekasi. Sebelum data multibeam diolah, dilakukan terlebih dahulu pengolahan data *patch test* untuk mendapatkan nilai alinyemen multibeam dengan sensor gerak dan *gyro* yang terdapat pada IMU (*Inertial Measurement Unit*). Hasil pengolahan data *patch test* untuk *pitch* sebesar  $-0,055^\circ$ , *roll*  $-0,361^\circ$ , dan *yaw*  $-1,095^\circ$ . Berdasarkan pengolahan data multibeam, permukaan dasar laut di lokasi survei relatif datar dengan kisaran kedalaman antara 24,13m sampai dengan 25,05m di bawah permukaan laut. Pada lokasi tersebut terdapat pipa sepanjang 531m yang terletak di atas permukaan dasar perairan. Pada pipa tersebut, terdapat 91m bagian pipa yang membentang bebas (*freespan*) dengan ketinggian maksimum bawah pipa terhadap permukaan dasar laut adalah 1,95m.

Kata kunci: Deteksi, Freespan, Multibeam, Pipa Bawah Laut

### Abstract

*Underwater pipelines are built to deliver production fluids (oil and gas). One of the maintenance activities of underwater pipelines is the inspection of the condition of pipelines periodically. The inspection of pipelines on the seabed surface is conducted to mitigate the risk that may occur because of the pipeline conditions. This activity requires accurate information about the condition, position, and situation of its vicinity. The inspection activity in this research is conducted by detecting the underwater pipeline based on multibeam echosounder data which is processed using EIVA NaviSuite. Multibeam data used in the research is from bathymetry survey in Muara Bekasi. Before multibeam data was processed, a patch test was conducted to obtain alignment of the multibeam sonar and the motion sensor which is mounted inside IMU (Inertial Measurement Unit). The result of patch test for the pitch is  $-0,055^\circ$ , the roll is  $-0,361^\circ$ , and the yaw is  $-1,095^\circ$ . Based on multibeam data processing, the topography of seabed surface at the survey site is relatively flat with the range of depth is 24.13m to 25.05m below sea level. At the survey area, there is a 531m long pipe located above the bottom surface of the waters. A 91m of the pipeline is a free-span pipe with a vertical distance between the bottom of the pipe and seabed surface is 1.95m.*

Keywords: Detection, Free-span, Multibeam, Underwater Pipeline

### PENDAHULUAN

Kebutuhan global akan energi terutama minyak dan gas (migas) masih belum bisa ditinggalkan. Permintaan yang terus meningkat terhadap migas harus diiringi dengan distribusi migas yang tepat, khususnya pada area lepas pantai. Pembangunan

pipa bawah laut merupakan salah satu sistem distribusi pengangkutan material yang efektif sebagai pengganti kapal tanker. Pipa bawah laut merupakan instalasi distribusi material cair maupun gas yang dapat digunakan sebagai

penghubung antar anjungan atau dari anjungan ke darat. Saluran pipa bawah laut sebagai salah satu sistem distribusi dalam industri minyak dan gas harus selalu diperhatikan kondisinya agar terhindar dari risiko kerugian material maupun dampak negatif terhadap lingkungan.

Menurut *Pipeline Safety Regulations* tahun 1996, kegiatan inspeksi terhadap pipa di dasar laut dilakukan untuk mengendalikan resiko yang akan terjadi pada pipa tersebut. Selain itu, kegiatan inspeksi pada pipa di dasar laut dilakukan untuk mencegah tidak terjadinya kebocoran dan kerusakan yang lebih besar yang mengakibatkan tercemarnya lingkungan sekitar, produksi berkurang, dan biaya perbaikan yang lebih mahal.

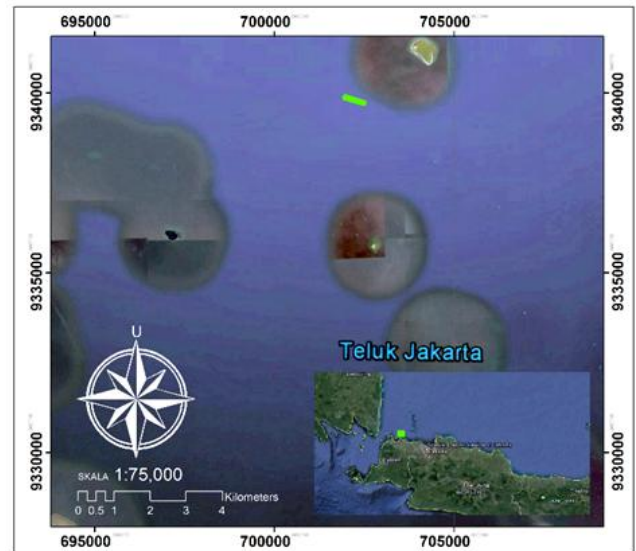
Inspeksi pipa bawah laut membutuhkan informasi yang teliti mengenai kondisi, posisi, dan keadaan di sekitar jaringan pipa bawah laut. Survei inspeksi pada umumnya memanfaatkan instrumen hidroakustik, seperti multibeam echosounder (MBES). Pada penelitian ini, inspeksi pipa bawah laut dilakukan dengan menggunakan data MBES.

MBES digunakan untuk memperoleh informasi spasial berupa bentuk topografi dasar laut. Pancaran gelombang akustik yang lebar dari transduser MBES memungkinkan untuk memetakan topografi dasar laut dengan cakupan 100%, tanpa adanya gap (Subroto, 2012). Titik-titik kedalaman yang rapat dapat diukur secara simultan, cepat, dan memiliki keakuratan yang tinggi. Keakuratan tinggi dari MBES ini membantu dalam proses pendeteksian pipa bawah laut, dan identifikasi keadaan sekitar pipa.

## METODE

Penelitian ini menggunakan data multibeam yang diperoleh dari hasil survei bathimetri dengan menggunakan MBES R2Sonic yang dilakukan pada bulan Januari tahun 2015 di sekitar Muara Bekasi. Inspeksi dilakukan dengan menggunakan kapal MV Endeavour terhadap jaringan pipa gas bawah laut milik PT. Perusahaan Gas Negara. Pipa gas tersebut memiliki diameter 32 inci (0,93m). Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Sebelum data multibeam diolah, dilakukan *patch test* untuk mengetahui nilai alinyemen instrument survei (MBES, GPS, dan IMU) terhadap sistem referensi kapal. Terdapat empat parameter yang digunakan untuk merepresentasikan nilai *patch test*, yaitu *time delay*, *roll*, *pitch*, dan *yaw*.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini, untuk mendapatkan nilai *patch test* digunakan data survei dari empat jalur. Dua jalur dengan kapal bergerak paralel di atas permukaan dasar laut yang curam dan dua jalur bergerak di permukaan laut yang relatif datar dengan kisaran kedalaman antara 24m sampai dengan 25m di bawah LAT (*Lowest Astronomical Tide*). Pada Tabel 1 dapat dilihat koordinat jalur untuk *patch test*.

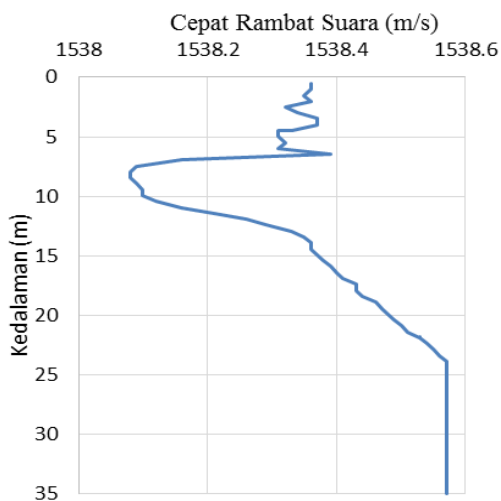
Tabel 1. Koordinat Survei Kalibrasi

Jalur	Koordinat Awal		Koordinat Akhir		Arah (°)	Panjang (m)
	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)		
1	702101	9339660	702299	9339626	99.9 / 279.9	200
2	702098	9339640	702296	9339606	99.9 / 279.9	200

Interval lajur untuk survei multibeam pada penelitian ini adalah sekitar 20m di area sepanjang 530m. Multibeam echosounder diatur dengan sudut bukaan (*swath angle*) 100°. Dengan sudut bukaan tersebut, jarak cangkupan (*swath distance*) multibeam berkisar 46m, masing-masing

23m di sisi *port* dan *starboard* (Mobilisation Report - MV Endeavour, 2015).

Pada saat melakukan survei multibeam juga dilakukan pengambilan data cepat rambat gelombang suara dengan menggunakan instrumen CTD (*Conductivity, Temperature, and Depth*). Profil vertikal dari cepat rambat gelombang suara digunakan untuk mengoreksi kedalaman yang diperoleh dengan menggunakan MBES. Nilai rata-rata cepat rambat gelombang suara pada area survei adalah 1538,36m/s. Nilai minimum cepat rambat gelombang suara adalah 1538,08m/s pada kedalaman 8,48m dan nilai maksimumnya adalah 1538,57m/s pada kedalaman 23,86m. Profil vertikal cepat rambat gelombang suara dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Profil Vertikal Capat Rambat Gelombang Suara

Pada penelitian ini juga dilakukan pengamatan pasang surut. Data pasang surut di lokasi survei diperoleh dengan menggunakan alat pengukur muka air otomatis (*automatic tide gauge*) RBR Virtuoso. Instrumen ini ditempatkan pada koordinat 702403,13mT, 9339963,87mU. Pengamatan dilakukan selama 95 jam dimulai dari tanggal 29 Januari 2015 pada pukul 13:00 WIB sampai dengan tanggal 31 Januari 2015 pukul 03:00 WIB dengan interval waktu perekaman 1 jam. Hasil pengamatan pasang surut dapat dilihat pada Gambar 3. Perhitungan pasang surut ini menggunakan perhitungan metode pengamatan 39 jam dengan hasil duduk tengah sementara adalah 0,6m. Perhitungan pasang surut dilakukan dengan menggunakan formula 1 berikut.

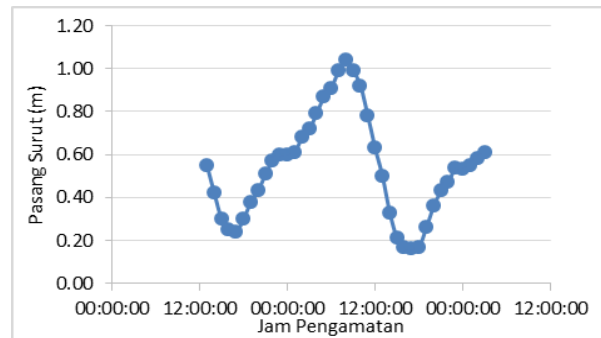
$$DTS = (\Sigma(T \times F)) / (\Sigma F) \quad (1)$$

Dimana:

DTS = Duduk Tengah Sementara

T = Data Setiap Jam

F = Faktor Pengali



Gambar 3. Grafik Pasang Surut 39 jam

Data MBES yang diperoleh dari survei bathimetri selanjutnya diolah secara *post-processing* dengan menggunakan perangkat lunak EIVA NaviSuite. Pengolahan data pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu pengolahan data *patch test* multibeam dan pengolahan data survei multibeam untuk deteksi jalur pipa gas.

Pengolahan data *patch test* dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai derajat kesalahan dari keadaan kapal seimbang pada tiap-tiap sumbu. Proses pertama yang dilakukan adalah proses di Navedit. Pembuatan basis data baru untuk data kalibrasi multibeam (data Naviscan), data pasang surut dan data *Sound Velocity Profile* (SVP). Selanjutnya dilakukan pengaturan parameter-parameter seperti konfigurasi MBES, SVP, data pasang surut, dan pemilihan datum yang akan digunakan. Pada penelitian ini menggunakan datum WGS 84 dan proyeksi Transverse Mercator.

Proses selanjutnya dilakukan di Navimodel dengan memproses data multibeam dengan menggunakan *Digital Terrain Model* (DTM). Pada Navimodel dilakukan pembersihan data pada DTM agar terbebas dari *spike/noise* dengan menggunakan fungsi *point cleaning*. Pada Navimodel terdapat lima menu cleaning, yaitu S-CAN Score, S-CAN Components, Histogram Plane Cleaning, Histogram Spike Shooting, dan Point Editor. Setiap Cleaning toolbox memiliki kelebihan dan

kekurangan dalam menghapus *spike*. Selanjutnya dilakukan pengujian keseimbangan kapal yang meliputi *pitch*, *roll*, dan *yaw*. Nilai kesalahan tersebut akan menjadi parameter koreksi untuk proses pengolahan data survei multibeam.

Setelah data kalibrasi dari *patch test* diperoleh, selanjutnya dilakukan pengolahan data survei multibeam. Proses pertama yang dilakukan pada tahap ini adalah proses untuk mengoreksi permukaan DTM. Proses tersebut adalah pembersihan data dari *spike/noise (cleaning)* dan koreksi pasang surut (*level out*). Untuk mendefinisikan jalur pipa, digunakan data runline Kilometer Post (KP) dengan format .rl sebagai penamaan *checkpoint* jalur pipa gas.

Tahap selanjutnya adalah proses pendigitasian pipa dan koreksi posisi pipa terhadap DTM dengan tampilan *cross section*. Pada tahapan ini juga dilakukan pengaturan tentang diameter pipa dan derajat belokan yang diizinkan. Tujuan dari proses ini adalah untuk menempatkan posisi (x,y,z) per 1 meter pipa pada posisi yang benar sesuai dengan DTM. Dilanjutkan dengan proses *side flag*, dimana dalam proses ini pipa diberi tanda (*flag*) pada DTM maximum di kedua sisi pipa.

Terdapat empat tanda yang digunakan dalam proses *side flag*, yaitu kiri dalam (*inner left*), kanan dalam (*inner right*), kiri luar (*outer left*), dan kanan luar (*outer right*). Pada penelitian ini digunakan panjang dari tanda luar terhadap pipa adalah 5m di kedua sisi jalur pipa gas bawah laut. Hal ini disebabkan kondisi topografi daerah studi yang relatif datar. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi pipa, apakah keadaan pipa tertanam (*buried*), sebagian tertanam (*exposed*) atau tidak tertanam sama sekali (*freespan*).

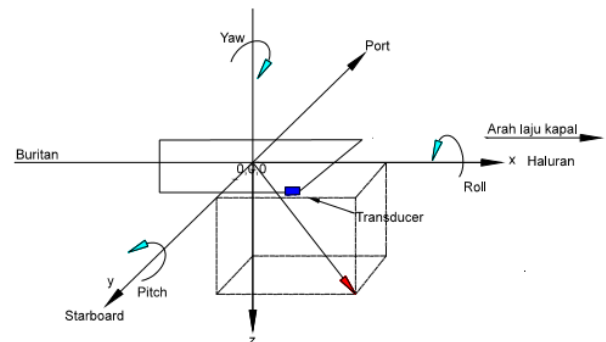
Setelah proses pendefinisian pipa selesai, selanjutnya data diolah dengan menggunakan perangkat lunak Naviplot. Pengeplotan dimulai dengan memasukkan data batimetri, profil memanjang, dan profil melintang yang telah diekspor dalam masing-masing frame. Terdapat tiga frame yang digunakan pada penelitian ini. Ketiga frame ini selanjutnya diluruskan antara satu sama lain. Untuk visualisasi data penelitian selanjutnya ditambahkan informasi tepi peta

seperti legenda, arah utara, parameter geodesi, dan informasi yang mendukung untuk memahami peta yang dihasilkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Patch Test Multibeam

Berdasarkan pengolahan data *patch test* multibeam diperoleh koreksi untuk *pitch* sebesar -0,055°, *roll* -0,361°, dan *yaw* -1,095°. Besaran tersebut merupakan sudut gerakan rotasi kapal terhadap sistem referensi kapal. *Pitch* adalah gerakan rotasi pada sumbu Y, *roll* adalah rotasi pada sumbu X, dan *yaw* merupakan rotasi pada sumbu Z. Ilustrasi arah perputaran terhadap masing-masing sumbu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sumbu Rotasi Kapal

Instrumen hidroakustik yang digunakan dalam pengambilan data multibeam ini adalah R2Sonic. Pada alat ini jika *pitch* memiliki kemiringan 1° dan *roll* juga memiliki kemiringan 1° di kedalaman 25m, masing-masing komponen akan mempunyai kesalahan 0,3m dan 0,4m (Brennan, 2009). Nilai rotasi kapal dalam penelitian ini adalah untuk *pitch* -0,055° dan *roll* -0,361°. Dengan menggunakan rumus perbandingan yang terdapat pada persamaan (2).

$$\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$$

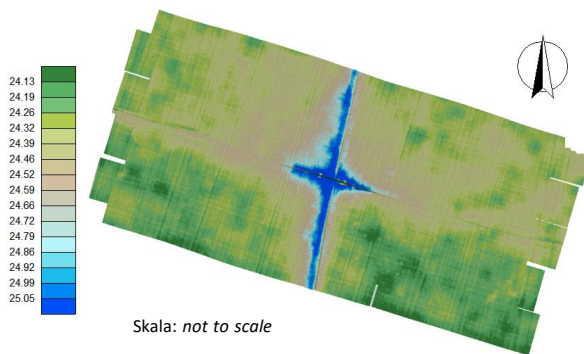
(2)

maka diperoleh nilai untuk kesalahan *pitch* adalah sebesar -0,017 m dan untuk *roll* adalah -0,144m pada kedalaman 25 m.

### Survei Multibeam

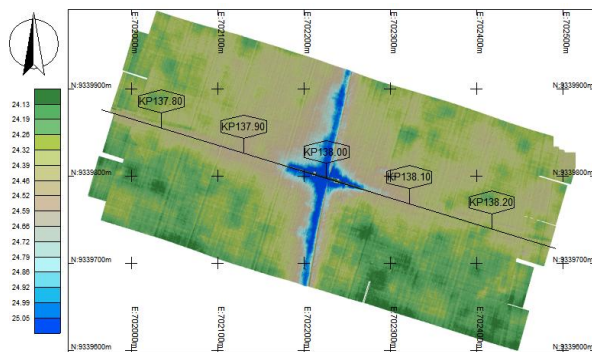
Pada penelitian ini data hasil survei multibeam diolah dan direpresentasikan dalam empat jenis: [1] bathimetri, [2] jalur pipa gas bawah laut, [3] profil memanjang, dan [4] profil melintang.

Kondisi bathimetri daerah survei dapat dilihat pada Gambar 5. Bathimetri disajikan dalam color bar dengan kedalaman permukaan dasar perairan yang relatif datar dengan kedalaman yang berkisar dari 24,13m sampai 25,05m. Pada bagian tengah area survei terdapat cekungan sedalam  $\pm 50\text{cm}$  dari permukaan sekitarnya yang direpresentasikan dengan warna biru pada Gambar 5.



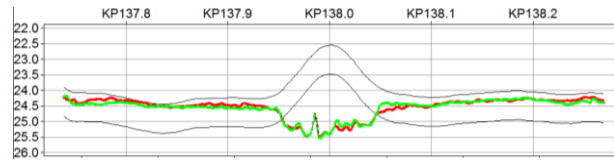
Gambar 5. Kondisi Batimetri Daerah Penelitian

Berdasarkan data bathimetri multibeam dapat dilakukan pemodelan jalur pipa gas bawah laut. Jalur pipa gas tersebut dapat dilihat pada Gambar 6. Pada Gambar 6 terlihat bahwa pipa membentang lurus sepanjang 531m dari koordinat 701977,54mT, 9339878,09mU. sampai dengan koordinat 702485,91mT, 9339724,72mU.

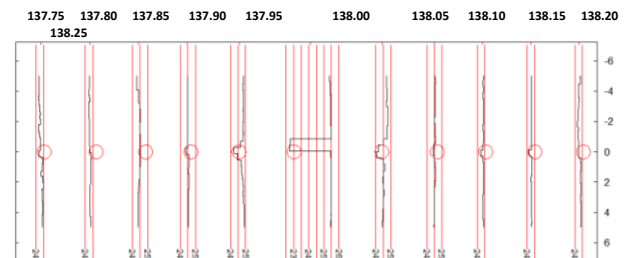


Gambar 6. Jalur Pipa Gas Bawah Laut

Profil memanjang dan melintang yang diperoleh dari data survei bathimetri dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Pada Gambar 7, bagian atas dan bawah pipa direpresentasikan dalam garis berwarna hitam, sedangkan untuk bagian kiri dan kanan dalam direpresentasikan berturut dengan warna merah dan hijau.



Gambar 7. Profil Memanjang Pipa



Gambar 8. Profil Melintang Pipa

Profil Potongan Pipa  
Terhadap DTM

Pada profil memanjang (Gambar 7) terlihat bahwa pipa gas berdiameter 0,93 m digelar di atas permukaan dasar perairan. Sekitar 87% terletak di atas permukaan dasar perairan dan 17% (91m) dari jalur pipa gas tersebut keadaan pipa mengalami bentang bebas (*freespan*). Bentang bebas jalur pipa gas dimulai dari koordinat 702182,81mT, 9339810,66mU sampai dengan 702269,93mT, 9339784,37mU.

Pada Gambar 8 terlihat bahwa profil melintang dilakukan dengan interval sejauh 50m terhadap DTM. Profil melintang permukaan dasar laut sepanjang 5m di sisi kanan-kiri dari pipa gas terdapat di dalam lingkaran pada gambar tersebut.

## PENUTUP

Berdasarkan penelitian ini, pipa gas bawah laut dapat dideteksi dengan menggunakan data multibeam. Sebelum melakukan pengolahan data multibeam dilakukan *patch test* untuk mengoreksi data yang diperoleh dari survei bathimetri. Pada penelitian ini hasil pengolahan data kalibrasi multibeam adalah rotasi *pitch* sebesar  $-0,055^\circ$ , *roll*  $-0,361^\circ$  dan *yaw*  $-0,095^\circ$ . Dengan nilai tersebut, terdapat kesalahan sebesar  $-0,024\text{m}$  pada *pitch* dan kesalahan sebesar  $-0,157\text{m}$  karena *roll* pada kedalaman 25 m.

Berdasarkan pengolahan data multibeam dengan perangkat lunak EIVA NaviSuite, kondisi



permukaan dasar perairan di area studi relatif datar dengan kisaran kedalaman sekitar 24,13m sampai dengan 25,05m dan tidak terdapat objek-objek di sekitar pipa.

Jalur pipa gas yang terdeteksi berdasarkan data multibeam adalah sepanjang 531m. Keadaan pipa tidak ada yang terkubur. Jalur pipa gas dimulai dari 701977,54mT, 9339878,09mU sampai dengan koordinat 702485,91mT, 9339724,72mU. Pada jalur ini terdapat bagian pipa yang mengalami bentang bebas (*freespan*) sepanjang 91m mulai dari 702182,80mT, 9339810,66mU sampai dengan 702269,90mT, 9339784,37mU. Ketinggian maksimum pipa gas dengan kondisi *freespan* adalah sebesar 1,95m dari permukaan dasar laut, yaitu pada koordinat 702217,40mT, 9339800,51mU.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Seascope Surveys Indonesia atas data multibeam yang digunakan pada penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada PT. Geotronics Pratama Indonesia atas kebaikannya dalam menyediakan perangkat lunak EIVA NaviSuite untuk pengolahan data multibeam pada penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Health and Safety Executive. 1996. A Guide to The Pipelines Safety Regulations 1996. London.
- Subroto, R. Y. 2012. Pengolahan Data Multibeam Echosounder Pada Survei Pra-Pemasangan Pipa Bawah laut. Bandung: Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika ITB.
- Parikasit, Bimo. 2004. Pengolahan data multibeam echosounder menggunakan perangkat lunak HIPS. Program Studi Teknik Geodesi ITB.
- Seascope Surveys Indonesia. 2015. SSI-1450-OP-RPT-001 Mobilisation Report – MV Endeavour. Bogor. Seascope Survey Indonesia Company.
- Brennan C.W. 2009. Multibeam Calibration: The Patch Test. USA. R2Sonic.